

**ISRM-Kommission „Mine Closure“ - Bericht über die Tätigkeit
und den Abschlussbericht**

M. Mainz, C. Didier & M. Heitfeld

8. Altbergbau-Kolloquium;
9 S., 5 Abb.; Goslar (2008)

ISRM-Kommission „Mine Closure“ - Bericht über die Tätigkeit und den Abschlussbericht

ISRM-Commission „Mine Closure“ - Activities and final report

**Dr.-Ing. Mark Mainz¹⁾
Dr. Christophe Didier²⁾
Dr.-Ing. Michael Heitfeld¹⁾**

¹⁾ Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH, Aachen (D)

²⁾ INERIS Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques,
Verneuil-en-Halatte (F)

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Tätigkeit und die Ergebnisse der Kommission „Mine Closure“ der Internationalen Gesellschaft für Felsmechanik ISRM. Die Kommission wurde im Jahr 2004 gegründet, um einen Erfahrungsaustausch zu den Problemen des Altbergbaus über Landesgrenzen hinaus zu ermöglichen und einen internationalen Leitfaden zur Identifikation, Charakterisierung und zum Management von altbergbaubedingten Einwirkungen als Planungshilfe für betroffene Organisationen zu erarbeiten. Dieser Leitfaden liegt nun in Form des Abschlussberichtes der Kommission vor und wird im vorliegenden Beitrag zusammengefasst.

Abstract

In 2004, the Commission on Mine Closure was initiated within the International Society for Rock Mechanics ISRM in order to facilitate international contacts between experts on post mining issues and the exchange of national experiences. Moreover, it was decided to elaborate an international guideline for the identification, characterization and management of geotechnical hazards related to post mining issues as a planning instrument for all organisations concerned. This document now is available as final report of the commission. The work of the commission and the final report are summarised in this paper.

1 Gründung und Zielsetzung der Kommission

Im Rahmen des 10. Kongresses der Internationalen Gesellschaft für Felsmechanik (ISRM) im September 2003 in Johannesburg, Südafrika, wurde ein technisches Symposium über mögliche Auswirkungen altbergbaulicher Hinterlassenschaften auf Menschen und Schutzgüter im Einwirkungsbereich organisiert; dabei wurden die Bedeutung und Rolle der Felsmechanik bei der Bewertung altbergbaulicher Hinterlassenschaften diskutiert. Abschließend vereinbarten die Teilnehmer des Symposiums im Hinblick auf diese komplexe Thematik die Gründung einer internationalen Kommission innerhalb der ISRM.

Die internationale Kommission „Mine Closure“ wurde daher auf Initiative des damaligen Präsidenten der ISRM, Prof. Nielen van der Merwe, im Jahr 2004 offiziell ge-

gründet.

Aufgrund der umfangreichen Erfahrungen in Frankreich auf diesem Gebiet wurde die französische Fachsektion für Felsmechanik (CFMR) als Leitung der Kommission vorgeschlagen. Die Fachsektion ernannte Herrn Dr. Didier zum Präsidenten der neuen Kommission.

Das erste Ziel der Kommission bestand darin, Kontakte zwischen Fachleuten für Felsmechanik und Bergbaufolgemanagement aus verschiedenen Nationen herzustellen, um den Austausch von Erfahrungen, Fallstudien, Datenmaterial usw. zu ermöglichen.

Das zweite Ziel der Kommission war es, auf der Grundlage des internationalen Kenntnisstandes auf dem Gebiet des Altbergbaus einen englischsprachigen Leitfaden zur Identifikation, Beschreibung und zum Management von Gefahren aus altbergbaulichen Hinterlassenschaften und Stilllegungsprozessen zu erarbeiten. Der Leitfaden soll betroffenen Organisationen als Planungshilfe dienen, indem er einen Überblick über die Problematik und über mögliche altbergbaulich bedingte Einwirkungen gibt und auf diese Weise dazu beiträgt, zukünftig Schadensereignisse zu vermeiden.

Zur Verwirklichung dieser Ziele wurde mit Hilfe der nationalen Gruppen der ISRM und im Rahmen von ISRM Konferenzen schrittweise eine ehrenamtlich tätige Expertengruppe aufgebaut. An der Entstehung des Leitfadens wirkten Fachleute aus Südafrika, Japan, Kanada, Frankreich, Polen, Deutschland sowie aus Südkorea mit; kleinere Arbeitsbeiträge kamen auch aus Großbritannien, Belgien und Slowenien.

2 Aktivitäten der Kommission

Die Arbeitstreffen der Kommission wurden weitestgehend im Rahmen der folgenden internationalen Konferenzen organisiert:

- 3rd Asian Rock Mechanics Symposium im November 2004 in Kyoto (Japan)
- EUROCK 2005 im Mai 2005 in Brno (Tschechien)
- GISOS 2005 im November 2005 in Nancy (Frankreich)
- EUROCK 2006 im Mai 2006 in Lüttich (Belgien)
- IAEG 2006 im September 2006 in Nottingham (England)
- 11. ISRM Congress im Juli 2007 in Lissabon (Portugal)
- GISOS 2008 im Februar 2008 in Nancy (Frankreich)

Ein weiteres Arbeitstreffen fand im Januar 2007 in Paris statt. Darüber hinaus fanden im Rahmen dieser Arbeitstreffen auch technische Exkursionen statt.

In einem ersten Arbeitsschritt hatte jedes Kommissionsmitglied die Gelegenheit, den altbergbaulichen Kontext seines Landes vorzustellen. Anschließend wurde ein Inhaltsverzeichnis des Leitfadens vereinbart; auf dieser Grundlage wurden die einzelnen Aufgaben an die Kommissionsmitglieder verteilt.

3 Aufbau und Inhalt des Abschlussberichtes

Nach der Stilllegung von Bergwerken ist innerhalb bestimmter Bereiche sowohl unmittelbar als auch längerfristig noch mit Einwirkungen u.a. auf die Tagesoberfläche zu rechnen. Diese Einwirkungen können erhebliche Konsequenzen für Menschen, das Grundwasser, die Atmosphäre (Gasaustritte) oder die Infrastruktur haben. Darüber hinaus haben solche Einwirkungen in vielen Fällen einen hemmenden Einfluss auf die regionale Entwicklung.

Daher ist es wichtig, die betroffenen Organisationen, zum Beispiel Bergbaubetriebe, Kommunen und Behörden, bei der Festlegung aus geomechanischer Sicht sinnvoller Maßnahmen zu unterstützen. Die Vorstellung von Verfahren zur Identifikation und Einschätzung von Restrisiken nach der Bergwerksstilllegung ist ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit der Kommission.

Der Abschlussbericht der ISRM-Kommission „Mine Closure“ konzentriert sich naturgemäß auf felsmechanische Gesichtspunkte; Bewegungen der Tagesoberfläche nehmen daher den größten Teil des Berichtes ein, während andere mögliche Bergbaufolgen zum Beispiel im Hinblick auf die Wasser- und Ausgasungsproblematik nur sehr kurz behandelt werden.

Der Bericht umfasst insgesamt 7 Abschnitte auf 136 Seiten sowie Anhänge. Spezielle Literatur ist am Ende jedes Kapitels aufgelistet; eine allgemeine Empfehlung zu weiterführender Literatur erfolgt im siebten Abschnitt.

Das **erste Kapitel** stellt die Mitglieder der Kommission vor, beschreibt die oben bereits genannten Ziele der Kommission, ihre Gründung und Organisation sowie den Ablauf ihrer Arbeit.

Im **zweiten Kapitel** folgen eine kurze Darstellung der Geschichte des Bergbaus und des Altbergbaukontextes auf internationaler Ebene sowie Beispielsituationen aus verschiedenen Ländern (Japan, Frankreich, Polen, Deutschland, Türkei, Südkorea, Südafrika und Kanada). Dabei wird unterschieden zwischen Ländern, in denen der Bergbau mittlerweile stark zurückgegangen ist und Ländern, in denen der Bergbau auch heute noch sehr aktiv ist.

Weiterhin werden die möglichen Folgen des Bergbaus (Wasseraustritte, Tagesbrüche, Grubengasaustritte, Grundwasserverunreinigungen und Austritt von Schadstoffen in die Atmosphäre) sowie einige nationale Herangehensweisen an die Problematik umrissen.

Die Zielsetzung des **dritten Kapitels** liegt in der Einführung des Lesers in verschiedene bergbauliche Abbaumethoden zum besseren Verständnis des Berichtes, da verschiedene Abbaumethoden zu unterschiedlichen Gefährdungspotenzialen für die Tagesoberfläche führen.

Im Einzelnen handelt es sich bei den vorgestellten Verfahren um Pfeilerbruchbau, Weitungsbau, Firstenstossbau, Strossenbau mit Versatz, Langfront-Strebbau, Zwischensohlenbruchbau und Blockbruchbau. Die jeweiligen Abbaumethoden werden illustriert dargestellt.

Kapitel vier beschreibt verschiedene möglicherweise kurzfristig als auch langfristig

auftretende geomechanisch verursachte Einwirkungen aus dem Altbergbau. Dabei werden kontinuierliche Verformungen der Tagesoberfläche (Senkungen und Hebungen), diskontinuierliche Verformungen (Tagesbrüche), bergbaubedingte Erdbeben sowie Hangrutschungen separat betrachtet. Weiterhin werden jeweils die grundsätzlichen Mechanismen beschrieben, die den Problemen an der Tagesoberfläche zu Grunde liegen.

Im Bereich der kontinuierlichen Verformungen sind dies vor allem Totalextraktionsverfahren, Teilextraktionsverfahren, Erzgänge, Salinen, unterirdische Kohlebrände, Setzungen des Versatzmaterials und Grubenwasserstandsänderungen. Diskontinuierliche Verformungen werden zum Beispiel durch tagesnahen Abbau, kaminartige Hochbrüche sowie ebenfalls durch unterirdische Kohlebrände und das Abgehen von Lockermassenfüllsäulen in Schächten verursacht. Zu den diskontinuierlichen Verformungen gehören auch Senkungen mit seitlichen Abbruchkanten zum Beispiel durch progressives Versagen mehrerer Stützpfeiler („Domino-Effekt“).

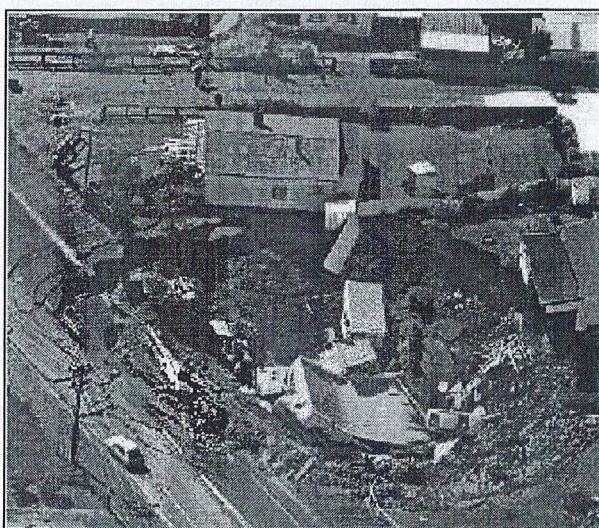


Abb. 1: *Tagesbruch über der Waihi Goldmine in Neuseeland*
(RICHARDS ET AL., 2002)

Im **fünften Kapitel** werden die grundsätzlichen Arbeitsschritte einer Gefährdungsabschätzung von der Auswertung verfügbarer Unterlagen über Felduntersuchungen und der Abschätzung der Einflussfaktoren (Zeit, Wasser, Geologie, Abbaumethoden usw.) bis hin zur Anfertigung von Gefährdungskarten detailliert erläutert.

Bei der Abschätzung einer Gefahr soll gemäß dem Abschlussbericht neben ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit auch ihre zunächst rein physikalische Größenordnung berücksichtigt werden. Der Begriff Gefahr wird daher im Rahmen des Abschlussberichtes als das Produkt aus der Eintrittswahrscheinlichkeit und der möglichen rein physikalischen Größenordnung des unerwünschten Ereignisses (z.B. Abmessung des Tagesbruches) definiert¹. Die Gefahr ist hier also das „Potenzial, einen Schaden zu verursachen“.

¹ In der deutschen Altbergbauliteratur wird der Begriff „Gefahr“ im Allgemeinen nicht verwendet, da dieser Begriff in den verschiedenen Fachdisziplinen sehr unterschiedlich definiert ist und z.B. im Ordnungsrecht eine „konkrete Gefahr“ ein sofortiges Handeln auslöst. Die Empfehlung „Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Altbergbau“ (AK 4.6 der DGQT, 2004) verwendet stattdessen den Begriff „Risiko“, definiert als Eintrittswahrscheinlichkeit x Schadensausmaß.

In Abgrenzung dazu wird das Risiko definiert als das Produkt aus der Gefahr und dem möglichen Schadensausmaß in Abhängigkeit von der Flächennutzung, d.h. den lokal möglichen Konsequenzen für Menschen und Schutzgüter.

Einfach ausgedrückt ist bei gleicher Eintrittswahrscheinlichkeit ein großer Tagesbruch gefährlicher einzuschätzen als ein Tagesbruch mit kleinem Durchmesser. Multipliziert mit einem Faktor für die Sensibilität der Infrastruktur an der Tagesoberfläche ergibt sich das Risiko.

Das **sechste Kapitel** befasst sich mit Methoden des Gefahrenmanagements. Dazu gehören Sicherungs- bzw. Verwahrungsmaßnahmen, die Anpassung von Flächennutzungsplänen, geotechnische und markscheiderische Beobachtungsmethoden sowie Altbergbau-Datenbanken.

Zunächst werden hydraulische, pneumatische und händische Methoden zur Verfüllung der bergmännischen Hohlräume vorgestellt. Bei den hydraulischen Methoden wird das Füllmaterial mit Wasser vermischt und entweder zur gewünschten Stelle gepumpt oder fließt in freiem Gefälle. Pneumatische Verfahren blasen das Füllmaterial mit Hilfe eines Kompressors in die bergmännischen Hohlräume. Händische Methoden beinhalten zum Beispiel das Einbringen von Reststoffen als Versatzmaterial.

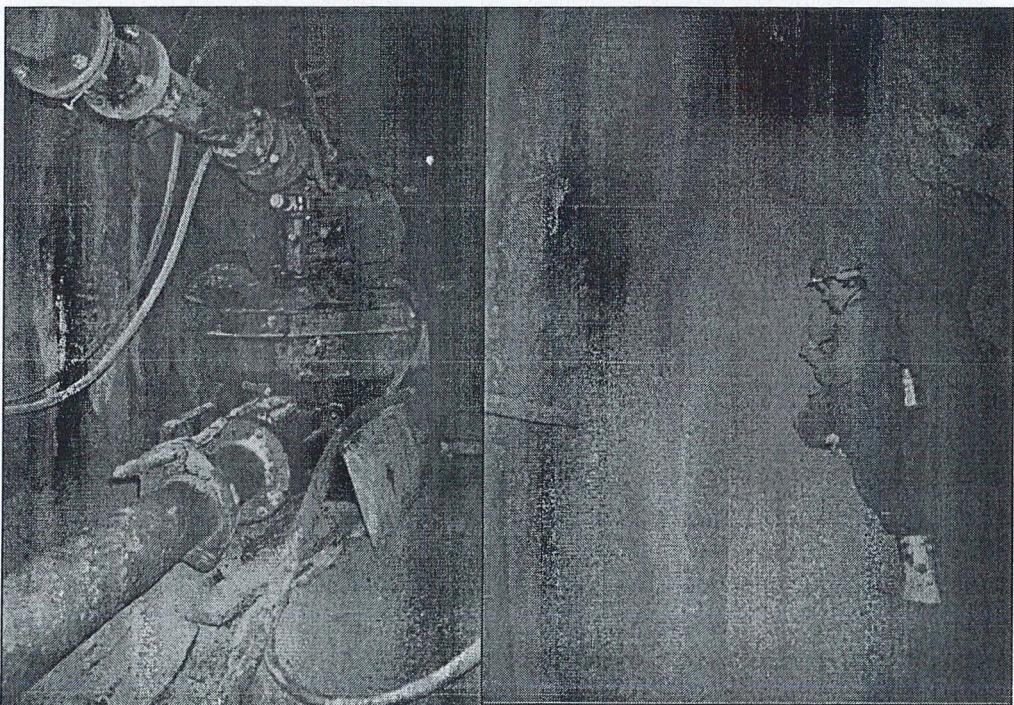


Abb. 2: *Versatzmaschine und Versatz (mit freundlicher Genehmigung von Herrn Bojan Rezùn, Slowenien)*

Darüber hinaus werden die Einsatzmöglichkeiten und Funktionsweise von Geokunststoffen auf der Basis von Polyethylen (PET), Polyvinylalkohol (PVA), Polypropylen (PP) oder Aramid zur Untergrundbewehrung in Tagesbruch-gefährdeten Bereichen diskutiert. In vielen Fällen stellt der Einbau von Geokunststoffen eine wirtschaftliche Lösung dar.

Weiterhin werden Methoden zur Aufsuchung und Sicherung von Schächten vorgestellt. Zu den Sicherungsmethoden gehören vor allem das Auflegen einer Stahlbe-

tonplatte auf das standfeste Gebirge sowie die Stabilisierung der Lockermassenfüllsäule durch Zementinjektionen.

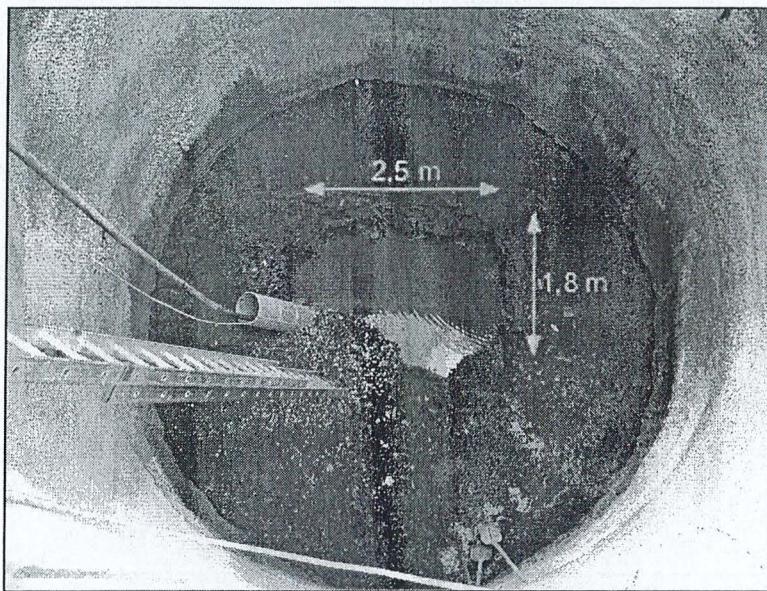


Abb. 3: *Teufgrube mit Konturen eines alten Schachtes*
(HEITFELD ET AL., 2006)

Flächennutzungspläne unter Berücksichtigung von altbergbaulichen Hinterlassenschaften und Gefährdungskarten dienen dazu, eine Bebauung in gefährdeten Bereichen von vorneherein zu verhindern. In Frankreich werden dazu sogenannte „Plans de Prévention des Risques Miniers“ (PPRM) angewendet. Ein solcher Prozess umfasst eine Datensammlung, das Anfertigen einer Gefährdungskarte und einer Risikokarte unter Berücksichtigung eventuell betroffener Menschen und Güter sowie Bebauungsvorschriften für die unterschiedlichen Zonen.

In einigen Bereichen kann die wirtschaftlichste Gefahrenabwehr aufgrund außerordentlich hoher Sicherungs- bzw. Verwahrungskosten der altbergbaulichen Hinterlassenschaften auch in der Umsiedlungen der betroffenen Anwohner liegen. Dies ist zum Beispiel in Frankreich in den letzten Jahren bei etwa 100 Gebäuden geschehen.

Beobachtungsmethoden basieren vor allem auf der Messung von Bodenbewegungen mittels Extensometern, Inklinometern, Nivellements, GPS, Luftaufnahmen oder SAR-Interferometrie (InSAR). Darüber hinaus können auch seismische Messungen oder Zeitbereichsreflektometrie hilfreiche Instrumente darstellen.

Die Sammlung, Prüfung und Bereitstellung von altbergbaulichem Datenmaterial ist von ausschlaggebender Bedeutung für den Erfolg von Risikovermeidungsstrategien. Solche Datenbanken wurden beispielsweise in Frankreich und Südkorea landesweit entwickelt.

Die französische Datenbank der Organisation GEODERIS umfasst unter anderem Informationen zu Konzessionen, Abbaubereichen, Eigentümern, Abbauzeiträumen, Abbauverfahren, Schächten, Bergehalden, Photographien sowie bergmännisches Risswerk, Gefährdungs- und Risikokarten, Briefe, Untersuchungsergebnisse und Gutachten (DOMMANGET, 2006).

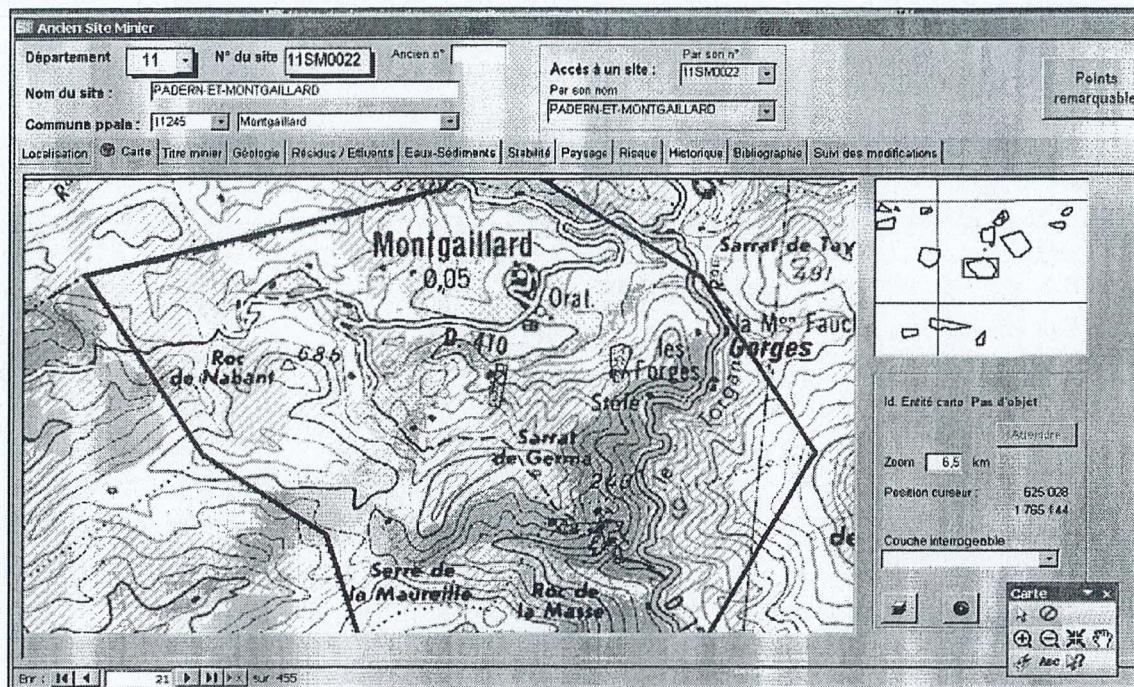


Abb. 4: Typisches Bild aus dem Altbergbauinformationssystem der GEODERIS, Frankreich (ISR, 2008)

In Südkorea wurden in den letzten beiden Jahrzehnten 336 Kohlegruben geschlossen. Dies führte zu Sicherheits- und Umweltproblemen und der Aufstellung eines Altbergbauinformationssystems (AMGIS) mit umfangreichen Möglichkeiten (s. Abb. 5).

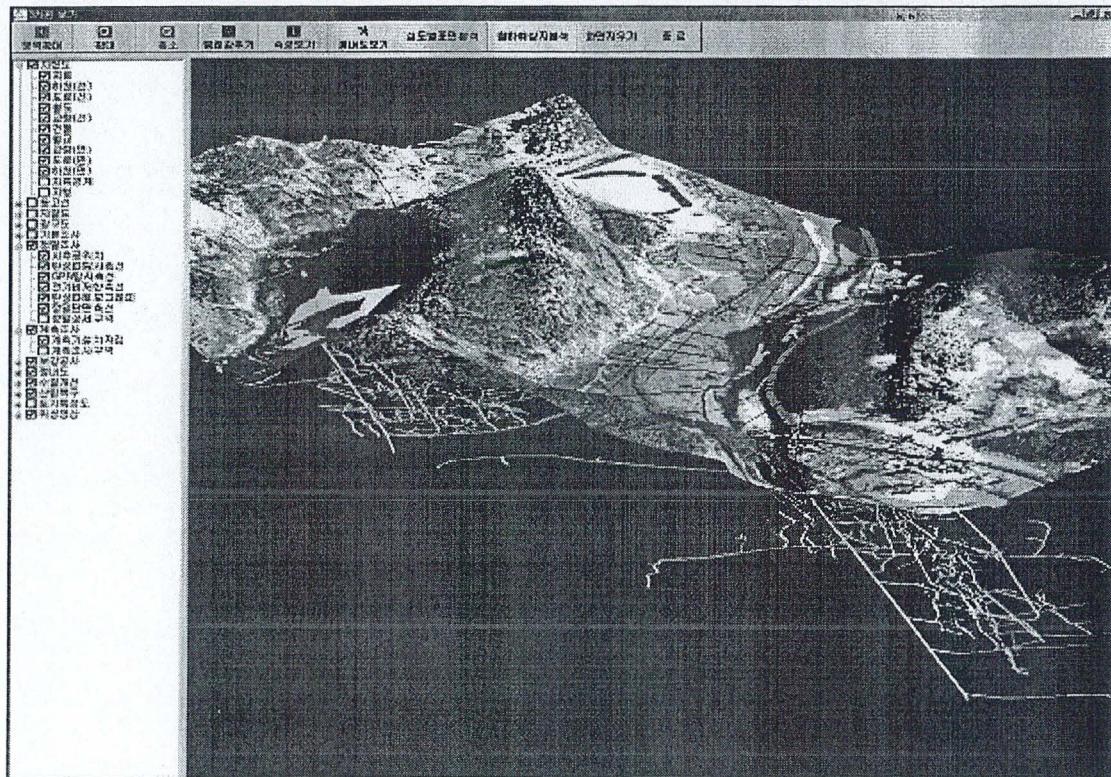


Abb. 5: Dreidimensionale Satellitenaufnahme mit Bergbaustollen (LEE ET AL., 2005)

In den **Anhängen** des Abschlussberichtes der ISR-Kommission „Mine Closure“ finden sich ergänzende Informationen zur Grubengasproblematik (Methan, Kohlendi-

oxid, Kohlenmonoxid, Hydrogensulfat, Radon und Sauerstoffmangel) sowie Untersuchungsmethoden und der jeweils damit verbundene Erkenntnisgewinn; weiterhin sind Angaben zu den wichtigsten geophysikalischen Methoden zur Lokalisierung von altbergbaulichen Hinterlassenschaften enthalten.

4 Zukunft der Kommission

Die Zusammenarbeit innerhalb der Kommission verlief sehr engagiert und harmonisch, so dass mit dem vorliegenden Abschlussbericht im Vergleich zu anderen ISRM-Kommissionen auch in verhältnismäßig kurzer Zeit ein umfangreiches Dokument erarbeitet werden konnte.

Der Austausch von Erfahrungen im Rahmen der Kommission zeigte, dass es auch über die eigenen nationalen Grenzen hinaus hervorragende Beispiele zu verantwortlichem Umgang mit altbergbaulichen Hinterlassenschaften und ausgereifte Verfahren existieren. Trotz des hohen technischen und wissenschaftlichen Niveaus auf dem Gebiet des Altbergbaus in Deutschland, gibt es immer einzelne Punkte, in denen man vom Ausland etwas lernen kann.

Der nun vorliegende Leitfaden versteht sich als ein „dynamisches Dokument“. Es ist geplant, die Arbeit der Kommission „Mine Closure“ auch unter der neuen Präsidentschaft der ISRM von Prof. Hudson fortzuführen.

Die nächsten Ziele der Kommission bestehen darin, den Leitfaden um Beiträge aus weiteren Nationen zu erweitern, Hinweise von Lesern aufzunehmen sowie Fallstudien aus den vertretenen Ländern als Anhang in den Leitfaden aufzunehmen.

Quellennachweis

AK 4.6 DER FACHSEKTION INGENIEURGEOLOGIE DER DGGT (2004): Empfehlung „Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Altbergbau“.- 4. Altbergbau-Kolloquium, Anhang, 23 S.; Leoben (Österreich).

DOMMANGET A. (2006):

Notice de présentation et d'utilisation de la base de données des titres et sites miniers (version 3.1). Rapport GEODERIS S 2006/18DE - 06SUD1100.

HEITFELD, M., KLÜNKER, J., MAINZ, M. & SCHETELIG, K. (2006): Risk of Collapse Features from Near Surface Cavities in Old Mining Cities.- Proceedings of IAEG 2006 Engineering Geology for Tomorrow's Cities, 13 p., Nottingham.

ISRM (2008):

Mine Closure and Post-Mining Management - International State of the Art, International Commission on Mine Closure (im Druck).

LEE, U. J., KIM, J. A., KIM, S. S., KIM, W. K., YOON, S. H. & CHOI, J. K. (2005): Management of Mining-related Damages in Abandoned Underground Coal Mine Areas using GIS. Post-Mining Symposium GISOS 2005; Nancy.

RICHARDS, L., MAZENGARB, C., BEETHAM, D., BRATHEWAITE, B. & SMITH, W. (2002): Waihi Underground Mine Workings - Stage II Investigations (Risk Assessment & Mitigation), (<http://www.hauraki-dc.govt.nz/news/Mining-issues/mineworkingsreport/>).